

# Przydatność oceny zmian dyspersji odstępu QT w teście wysiłkowym w rozpoznawaniu restenozy po zabiegu angioplastyki wieńcowej

Małgorzata Kurpesa, Ewa Trzos, Tomasz Rechciński i Maria Krzemińska-Pakuła

Klinika Kardiologii Instytutu Medycyny Wewnętrznej Akademii Medycznej w Łodzi

## Assessment of QT-dispersion during exercise test as a useful diagnostic tool in detection of restenosis after coronary angioplasty

**Introduction:** Exercise test is an important diagnostic tool in patients after PTCA. However, its sensitivity in detection of restenosis is rather poor. Since recent studies have confirmed the influence of ischemia on QT-dispersion (QTd), we hypothesized that assessment of exercise-induced QTd changes could improve the accuracy of exercise test in prediction of restenosis.

**Material and methods:** The study group consisted of 76 patients in whom PTCA was done because of one-vessel coronary artery disease. One month following PTCA treadmill exercise test was performed. 12-lead electrocardiograms were recorded before the test and at peak exercise. ST-segment, QT-interval and QTd were assessed. During 6-month follow-up period coronary angiography was performed in patients suspected of restenosis.

**Results:** Angiographically documented restenosis was found in 17 patients. They had similar exercise capacity and ST-segment changes like those without restenosis. However, significant increase of QTd was observed at peak exercise only in group with restenosis (from  $48 \pm 11$  ms to  $78 \pm 14$  ms vs. from  $42 \pm 14$  ms to  $50 \pm 12$  ms in patients without restenosis). Exercise-induced QT changes allowed to predict restenosis with sensitivity 76% and specificity 71%. Positive predictive value was 43% whereas negative predictive value — 91%.

**Conclusions:** Assessment of QTd could improve diagnostic accuracy of exercise test in prediction of restenosis after PTCA in patients with one-vessel coronary artery disease. (Folia Cardiol. 2002; 9: 397–403)

## QT-dispersion, exercise test, restenosis

### Wstęp

Przełskórna śródnacyniowa angioplastyka wieńcowa (PTCA, *percutaneous transluminal coronary angioplasty*) jest coraz powszechniej stosowa-

na w leczeniu choroby niedokrwiennej serca. Jednak, mimo ciągłego udoskonalania tej metody, nadal u 20–40% pacjentów obserwuje się nawrót zwężenia w tętnicy wieńcowej w ciągu pierwszych kilku miesięcy po zabiegu.

Badaniem najczęściej stosowanym do oceny pacjentów po PTCA jest elektrokardiograficzna próba wysiłkowa, lecz jej przydatność w przewidywaniu restenozy jest ograniczona, przede wszystkim z powodu dużego odsetka wyników fałszywie ujemnych.

W ostatnich latach pojawiły się doniesienia opisujące zmiany dyspersji odstępu QT (QTd) pod wpływem niedokrwienia mięśnia sercowego. Opie-

Adres do korespondencji: Dr med. Małgorzata Kurpesa  
Klinika Kardiologii IMW AM  
Szpital im. W. Biegańskiego  
ul. Kniaziewicz 1/5, 91–347 Łódź  
Nadesłano: 20.06.2002 r. Przyjęto do druku: 12.07.2002 r.  
Praca finansowana przez Akademię Medyczną w Łodzi  
z pracy własnej nr 502-11-740.

rając się na tych informacjach, autorzy postanowili zbadać, czy poszerzenie standardowej interpretacji próby wysiłkowej o ocenę QTd wpłynie na zwiększenie przydatności tego badania w przewidywaniu restenozy po zabiegu PTCA.

## Materiał i metody

Do badania włączano pacjentów, u których w czasie koronarografii stwierdzono co najmniej 75-procentowe zwężenie jednej tętnicy wieńcowej (jednonaczyniowa choroba wieńcowa), po czym dokonano zabiegu przezskórnej angioplastyki tego naczynia z efektem optymalnym, bez implantacji stentu. Przyjęto następujące kryteria wykluczające:

- wiek > 70 lat;
- przebyty zawał serca;
- obecność bezwzględnych przeciwwskazań do wykonania próby wysiłkowej [1];
- schorzenia utrudniające wykonanie próby wysiłkowej (objawy niewydolności serca III i IV klasy wg NYHA, choroby układu ruchu, zaburzenia równowagi);
- zapis EKG utrudniający ocenę odstępu QT i zespołu ST-T (migotanie przedsionków, zespół preekscytacji, bloki odnogę pęczka Hisa, wszczepiony sztuczny rozrusznik serca, zespół Barlowa, stosowanie leków antyarytmicznych klasy I i III).

U wszystkich pacjentów w 30 dniu po zabiegu wykonano próbę wysiłkową na bieżni ruchomej według protokołu Bruce'a. Używano sprzętu firmy Marquette Electronics Inc (aparatus Case 16). Badanie prowadzono do czasu osiągnięcia maksymalnej przewidywanej dla płci i wieku częstości pracy serca, lecz przerywano je, gdy wcześniej wystąpiły: narastający ból w klatce piersiowej, obniżenie odcinka ST o ponad 4 mm, groźne arytmie, zaburzenia przewodzenia śródkomorowego lub blok przedsionkowo-komorowy II° i III°, niepokojące objawy hemodynamiczne (wyczerpanie, duszność, błądność powłok lub sinica, spadek ciśnienia tętniczego). Wydolność wysiłkową określano w metabolicznych równoważnikach tlenowych (MET, *metabolic equivalent*) [1].

W czasie próby wysiłkowej rejestrowano 12-odprowadzeniowy zapis EKG (szybkość przesuwu papieru — 50 mm/s, cecha — 1 cm/1 mV). Analizowano zapisy uzyskane przed rozpoczęciem próby oraz na szczycie wysiłku.

Wywołane wysiłkiem niedokrwienie mięśnia sercowego rozpoznawano na podstawie pojawienia się horyzontalnych obniżen odcinka ST o co najmniej 1 mm, przy pomiarze w 60 ms po punkcie J przynajmniej w 3 kolejnych ewolucjach.

Dokonywano manualnych pomiarów odstępu QT w co najmniej 8 odprowadzeniach. Za koniec załamka T przyjmowano punkt przecięcia jego ramienia zstępującego z linią izoelektryczną. Dla każdego zapisu EKG wyznaczano średnią długość odstępu QT (średnią arytmetyczną i odchylenie standardowe obliczano z pomiarów odstępu QT w co najmniej 8 odprowadzeniach) oraz dyspersję QT (jako różnicę wartości odstępu QT w odprowadzeniu z najkrótszym i najdłuższym QT).

Wszystkich chorych obserwowano przez 6 miesięcy po zabiegu PTCA. W wypadku stwierdzenia klinicznych objawów wskazujących na nawrót zwężenia wykonywano kontrolną koronarografię. Restenozę rozpoznawano, gdy w miejscu poszerzenia stwierdzono zwężenie  $\geq 70\%$  światła tętnicy.

## Analiza statystyczna

Wyniki pomiarów zmiennych o charakterze ciągłym przedstawiono w postaci: średnia  $\pm$  odchylenie standardowe. Weryfikację zgodności rozkładu badanych zmiennych z rozkładem normalnym przeprowadzono za pomocą testu W Shapiro-Wilka. Istotność różnic między grupami w zakresie badanych parametrów oceniano, stosując test *t*-Studenta. Porównanie zmiennych jakościowych przeprowadzono za pomocą testu  $\chi^2$ . Za poziom istotności przyjęto 0,05. Obliczenia przeprowadzono, korzystając z komputerowego pakietu statystycznego STATISTICA 5,1.

## Wyniki

Do badania włączono 88 pacjentów po zabiegu PTCA z powodu jednonaczyniowej choroby wieńcowej. Po wykonaniu w 30 dniu po zabiegu próby wysiłkowej 12 chorych wykluczono z badania z powodu zbyt niskiej amplitudy załamka T (< 0,1 mV) lub złej jakości technicznej wysiłkowego zapisu EKG. Do dalszej analizy zakwalifikowano 76 osób w wieku  $56 \pm 12$  lat.

W czasie 6-miesięcznej obserwacji u 17 chorych rozpoznano potwierdzoną angiograficznie restenozę po zabiegu PTCA. Tych pacjentów włączono do grupy z restenozą, pozostałych 59 stanowiło grupę bez restenozy.

Obie grupy nie różniły się pod względem płci i wieku. W każdej przeważali mężczyźni (65% w grupie z restenozą vs. 69% w grupie bez restenozy).

Czynnikiem ryzyka różnicującym obie grupy było palenie tytoniu — występowało istotnie częściej u chorych z restenozą (65% vs. 52%;  $p < 0,05$ ) (tab. 1). Porównanie rozkładu tętnic wieńcowych, w których stwierdzono istotne zwężenia, wykazało, że chorzy z restenozą mieli częściej poszerzaną

**Tabela 1.** Charakterystyka badanych grup**Table 1.** Study groups characteristics

	Grupa z restenozą	Grupa bez restenozy	p
Liczba badanych	17	59	–
Płeć (mężczyźni/kobiety)	11/6	41/38	NS
Wiek badanych	54 ± 6	58 ± 8	NS
Palenie tytoniu	11	31	< 0,05
Cukrzyca	5	18	NS
Nadciśnienie tętnicze	7	22	NS
Hiperlipidemia	10	36	NS

gałąź międzykomorową przednią lewej tętnicy wieńcowej niż pacjenci bez restenozy (odpowiednio 53% vs. 44%;  $p < 0,05$ ); zwężenie gałęzi okalającej lewej tętnicy wieńcowej obserwowano u podobnej liczby chorych w obu grupach (odpowiednio 29% vs. 31%). Natomiast zabiegu PTCA w zakresie prawej tętnicy wieńcowej częściej dokonywano w grupie bez restenozy (25% vs. 18%;  $p < 0,05$ ) (ryc. 1).

Parametry oceniane standardowo w próbie wysiłkowej nie różniły się w obu grupach (tab. 2). Obniżenia odcinka ST, które spełniały kryteria niedokrwienia, rejestrowano u 7 chorych z restenozą i u 16 pacjentów bez restenozy. Maksymalne obniżenie odcinka ST było nieco większe w grupie z restenozą, ale różnica nie była istotna.

Nie obserwowano znamiennej różnicy między grupami w zakresie długości odstępu QT w elektrokardiogramie spoczynkowym i rejestrowanym na

szczycie wysiłku (tab. 3). W obu grupach odstęp QT przy maksymalnej częstotliwości rytmu serca ulegał skróceniu. Dyspersja QT w spoczynkowym EKG była nieznamiennie większa u chorych z restenozą. Natomiast na szczycie wysiłku istotne zwiększenie wartości dyspersji QT obserwowano jedynie w grupie z restenozą (z  $48 \pm 11$  ms do  $78 \pm 14$  ms).

Na podstawie uzyskanych wyników obliczono czułość i swoistość badanych parametrów w przewidywaniu wystąpienia restenozy. Dla wywołanych wysiłkiem zmian odcinka ST wartości te wynosiły: czułość — 41%, swoistość — 73%. Natomiast ocena wysiłkowych zmian QTd pozwalała przewidzieć nawrót zwężenia po zabiegu PTCA z czułością 76% i swoistością 71%. Wartość rokownicza wyniku dodatniego przy ocenie wysiłkowych zmian odcinka ST wynosiła 30%, a wyniku ujemnego — 81%; natomiast w wypadku oceny zmian dyspersji QT uzyskano odpowiednio: 43% i 91%.



**Rycina 1.** Rozkład zwężeń w tętnicach wieńcowych w badanych grupach; \* $p < 0,05$  vs. grupa bez restenozy; LAD — gałąź międzykomorowa przednia lewej tętnicy wieńcowej; CX — gałąź okalająca lewej tętnicy wieńcowej; RCA — prawa tętnica wieńcowa

**Figure 1.** Stenotic coronary arteries distribution in study groups

## Dyskusja

Istotnym ograniczeniem angioplastyki wieńcowej jest nawrót zwężenia, który występuje u 20–40% osób w czasie pierwszych 6 miesięcy po zabiegu [2]. Rozbieżność w wartościach częstości restenozy podawanej w piśmiennictwie jest spowodowana brakiem jednolitej definicji tego zjawiska. Niektórzy autorzy za restenozę przyjmują nasilenie zwężenia o przynajmniej 30%, inni zwężenie o ponad 70%, a jeszcze inni zwiększenie stopnia zwężenia o co najmniej 10% w stosunku do wartości zmiany wyjściowej (przed PTCA) [3, 4]. W niniejszej pracy przyjęte kryteria restenozy (co najmniej 70-procentowe zwężenie w poszerzonym segmencie tętnicy) spełniło 17 chorych, co stanowi 22% badanej populacji. Nie jest to wysoki odsetek, biorąc pod uwagę fakt, że żadnemu choremu nie implantowano stentu wewnątrznaczyniowego. Jednak do badanej grupy należeli pacjenci

**Tabela 2.** Parametry próby wysiłkowej**Table 2.** Parameters of exercise test

	Grupa z restenozą	Grupa bez restenozy	p
HR <sub>0</sub> [min <sup>-1</sup> ]	76 ± 14	72 ± 26	NS
HR <sub>max</sub> [min <sup>-1</sup> ]	152 ± 20	158 ± 31	NS
Maks. obciążenie [MET]	6,43 ± 0,82	6,91 ± 0,37	NS
Maks. obniżenie odcinka ST [mm]	2,16 ± 0,48	1,86 ± 0,66	NS
Liczba odprowadzeń z obniżeniem odcinka ST	2,4 ± 1,8	2,3 ± 1,2	NS
Ból	29%	25%	NS
Δ SBP [mm Hg]	33 ± 18	41 ± 20	< 0,05

HR<sub>0</sub> — wyjściowa spoczynkowa częstość rytmu serca; HR<sub>max</sub> — częstość rytmu serca podczas wysiłku maksymalnego; Δ SBP — różnica między wartością skurczowego ciśnienia tętniczego przed wysiłkiem i na szczycie wysiłku

**Tabela 3.** Wartości QT i QTd w czasie próby wysiłkowej**Table 3.** Values of QT and QTd during exercise test

		Grupa z restenozą	Grupa bez restenozy
Wyjściowe wartości	QT [ms]	368 ± 48	375 ± 51
spoczynkowe	QTd [ms]	48 ± 11	42 ± 14
Maksymalne obciążenie	QT [ms]	312 ± 51	302 ± 58
	QTd [ms]	78 ± 14*, **	50 ± 12*

\*p < 0,01 vs. grupa bez restenozy; \*\*p = 0,01 vs. wartość spoczynkowa

ze zmianami tylko w jednej tętnicy, a więc z chorobą wieńcową o niewielkim zaawansowaniu.

Nawrót zwężenia po zabiegu PTCA nie zawsze daje objawy kliniczne. Dostępnie często występuje „nie-ma” restenozy. Hillegass i wsp. ocenili czułość bólu wieńcowego w przewidywaniu restenozy na 60%, a swoistość — na 85% [5, 6]. Wyodrębnienie chorych zagrożonych nawrotem zwężenia po zabiegu PTCA stanowi poważne wyzwanie kliniczne.

Próba wysiłkowa jest badaniem powszechnie stosowanym w diagnostyce i ocenie rokowania w chorobie wieńcowej również u pacjentów po zabiegu PTCA. Jej przydatność w przewidywaniu restenozy jest jednak ograniczona stosunkowo niską czułością, która mieści się w granicach 20–60% [7–9]. Swoistość próby wysiłkowej po PTCA jest również niezadowalająca. W badanej przez autorów grupie wynosiła ona 73%. Korzick i wsp. stwierdzali zmiany odcinka ST wywołane wysiłkiem u ok. 25% chorych po zabiegu PTCA bez cech restenozy [7]. W celu poprawy przydatności próby wysiłkowej w przewidywaniu nawrotu zwężenia po PTCA podejmowano próby stosowania różnych modyfikacji w interpretacji badania. Oceniano na przykład zmianę sumy powysiłkowych obniżen odcinka ST lub zależność zmian odcinka ST od różnej częstości pracy serca (wskaźnik ST/HR) [10, 11]. Ostatnio pojawiły się

próby poszerzenia interpretacji próby wysiłkowej o ocenę zmian odstępu QT i jego rozproszenia.

Od 50 lat wiadomo, że długość odstępu QT jest różna w różnych odprowadzeniach EKG, rejestrowanego z powierzchni ciała [12]. Campbell i wsp. po raz pierwszy użyli nazwy „dyspersja QT” i wykazali, że odzwierciedla ona niehomogenność okresu repolaryzacji komórek [13]. Początkowo udowodniono przydatność tego parametru w określaniu ryzyka zgonu z powodu arytmii po zawale serca i w niewydolności serca [14, 15].

Jednak w ciągu ostatnich lat ukazało się wiele prac potwierdzających związek wydłużonej QTd z niedokrwieniem mięśnia sercowego. Wykazano, że podczas inflacji balonem angioplastycznym QTd istotnie się zwiększa, a po skutecznej reperfuzji — maleje [16, 17]. Stwierdzono, że wpływ częstości pracy serca i napięcia autonomicznego układu nerwowego na czas trwania potencjału czynnościowego kardiomiocytów w chorym sercu jest różny w różnych miejscach mięśnia sercowego. Wysiłek (jako modulator napięcia autonomicznego) może powodować zmiany QTd. Tę przesłankę patofizjologiczną potwierdzono w badaniach klinicznych. Wykazano bowiem, że pacjenci z rezydualnym niedokrwieniem po zawale serca charakteryzowali się wyraźnie zwiększoną QTd podczas próby wysiłko-

wej ( $114 \pm 36$  ms *vs.*  $57 \pm 22$  ms w spoczynku) w porównaniu z grupą bez rezydualnego niedokrwienia ( $87 \pm 27$  ms *vs.*  $62 \pm 25$  ms w spoczynku) [18]. Zastosowanie oceny powysiłkowych zmian QTd znacznie poprawiło wartość testu wysiłkowego w diagnostyce choroby wieńcowej u kobiet [19]. Według Yoshikury i wsp. czułość oceny QTd w rozpoznawaniu choroby wieńcowej u pacjentów bez zmian odcinka ST w czasie wysiłku wynosiła 80%, a swoistość — 88% [20]. Koide i wsp. stwierdzili, że wysiłkowe wydłużenie QTd jest bardzo czułym (77%) i swoistym (88%) wskaźnikiem zmian w tętnicach wieńcowych (dla zmian odcinka ST czułość oceniono na 65%, a swoistość — na 74%), niezależnym od płci [21]. Wyniki te zachęciły do zastosowania oceny powysiłkowych zmian QTd u chorych po zabiegach rewaskularyzacji mięśnia sercowego.

Woźniak-Skowerska i wsp. wykazali, że pomiary QTd podczas próby wysiłkowej pomagają wydzielić grupę pacjentów z niedokrwieniem po operacjach pomostowania aortalno-wieńcowego [22]. Wyniki niniejszej pracy potwierdzają przydatność pomiarów QTd w czasie próby wysiłkowej w przewidywaniu restenozy po PTCA. Swoistość takiej interpretacji próby była co prawda podobna jak w wypadku zmian ST (73% *vs.* 71%), ale istotnej poprawie uległa czułość badania (z 43% dla odcinka ST do 76% dla QTd).

Aytemir i wsp. uzyskali podobne wyniki. W ich badaniu czułość powysiłkowych zmian QTd w przewidywaniu restenozy wynosiła 83%, a swoistość — 61% [23].

Uważa się, że QTd może odzwierciedlać regionalne różnice w czasie trwania repolaryzacji komórek, które są bardziej czułym wskaźnikiem niedokrwienia niż zmiany odcinka ST. Jednak niektórzy autorzy nie potwierdzają poprawy czułości próby wysiłkowej poszerzonej o interpretację QTd. W pracy Woźniak-Skowerskiej i wsp. wydłużenie powysiłkowe QTd wskazywało na restenozę z nieco mniejszą czułością niż zmiany odcinka ST (76% *vs.* 85%). Natomiast autorzy ci wykazali dużo wyższą swoistość zmian QTd w porównaniu z odcinkiem ST w wykrywaniu restenozy (100% *vs.* 81%) [24].

Ocena QTd stwarza wiele problemów technicznych. Przede wszystkim nasuwa się pytanie o powtarzalność tego parametru. Istnieje kilka badań, w których potwierdzono, że ocena QTd w EKG, zarówno spoczynkowym jak i wysiłkowym, charakteryzuje się zadowalającą powtarzalnością. Ponadto uważa się, że badania dotyczące ludzi chorych są bardziej dokładne i z powodu wydłużonej QTd obarczone mniejszym błędem pomiaru [19, 25, 26].

W niniejszej pracy pomiarów QT i QTd dokonano metodą manualną. Wielu badaczy stosuje automatyczne metody oceny QT, korzystając z róż-

nych algorytmów. Jednak żaden z nich nie uniknął podstawowego problemu, jaki stanowi precyzyjne wyznaczenie końca załamka T. Badania porównawcze nie potwierdziły przewagi metod automatycznych i pomiary manualne nadal pozostają najlepszym sposobem oceny [27].

Długość odstępu QT zależy od częstości rytmu serca, ale dotychczas nie znaleziono algorytmu trafnie opisującego tę zależność. Najpowszechniej stosuje się wzór opracowany przez Bazetta [28], jednak skorygowane w ten sposób wartości QT są zaniżone przy wolnej akcji serca, a zawyżone przy tachykardii. Dopuszcza się stosowanie reguły Bazetta przy częstości rytmu serca 50–120/min. Ponieważ w niniejszej pracy oceniano QT podczas tachykardii wywołanych wysiłkiem, zrezygnowano z korekcji, podając bezwzględną wartość QT.

Natomiast wartości QTd nie są zależne od częstości rytmu serca, co wykazano w badaniach dotyczących ludzi zdrowych oraz pacjentów z chorobami układu krążenia [29–31].

Niestety podawanie dyspersji skorygowanego odstępu QT rozpowszechniło się w piśmiennictwie, zanim zależność QTd od akcji serca została należycie zbadana i udokumentowana. W niniejszej pracy nie obliczano dyspersji skorygowanego odstępu QT, aby uniknąć zafałszowania wartości prognostycznej przez wartość częstości pracy serca, która sama jest niezależnym niekorzystnym czynnikiem rokowniczym [32]. Malik również uważa, że stosowanie wzorów korygujących QTd względem częstości rytmu serca (zależności tej przecież nigdy nie udowodniono) jest błędem [33].

Choć w badanej przez autorów grupie jedynie u 17 chorych wystąpiła restenoza, wyniki wskazują na przydatność analizy zmian dyspersji QT w czasie próby wysiłkowej w przewidywaniu nawrotu zwężenia po zabiegu PTCA. Szczególne korzyści z takiej modyfikacji interpretacji próby wysiłkowej mogą odnosić chorzy z grup zwiększonego ryzyka restenozy (palenie tytoniu, PTCA gałęzi międzykomorowej przedniej lewej tętnicy wieńcowej, PTCA bez wszczepienia stentu). Należy jednak podkreślić, że wyniki niniejszego badania dotyczą pacjentów z jednonaczyniową chorobą wieńcową. Przydatność oceny powysiłkowych zmian dyspersji QT w ocenie ryzyka restenozy po zabiegu PTCA w przypadku wielonaczyniowej choroby wieńcowej wymaga dalszych badań.

## Wnioski

Ocena wysiłkowych zmian dyspersji odstępu QT podnosi wartość diagnostyczną testów wysiłkowych w rozpoznaniu restenozy po zabiegu PTCA w jednonaczyniowej chorobie wieńcowej.

## Streszczenie

### Powysiłkowa dyspersja QT a restenoza

**Wstęp:** *Opierając się na doniesieniach o wpływie niedokrwienia mięśnia sercowego na dyspersję QT (QTd), postanowiono sprawdzić, czy poszerzenie interpretacji próby wysiłkowej o ocenę QTd poprawi przydatność tego badania w przewidywaniu restenozy po angioplastyce wieńcowej.*

**Materiał i metody:** *Do badania włączono 76 pacjentów po zabiegu PTCA z powodu jednaczyniowej choroby wieńcowej. W 30 dniu po zabiegu wykonywano próbę wysiłkową na bieżni ruchomej. Analizowano 12-odprowadzeniowe zapisy EKG wykonane przed rozpoczęciem testu oraz na szczycie wysiłku, oceniając zmiany odcinka ST, odstępu QT oraz QTd. Pacjentów obserwowano przez 6 miesięcy; w przypadku podejrzenia nawrotu zwężenia wykonywano kontrolną koronarografię.*

**Wyniki:** *Angiograficznie potwierdzoną restenozę rozpoznano u 17 chorych. Nie różnili się oni pod względem standardowo ocenianych parametrów próby wysiłkowej od pacjentów z dobrym odległym efektem PTCA. Natomiast na szczycie wysiłku istotny wzrost wartości QTd obserwowano tylko w grupie z restenozą (z  $48 \pm 11$  ms do  $78 \pm 14$  ms vs. z  $42 \pm 14$  ms do  $50 \pm 12$  ms u chorych bez restenozy). Czulość powysiłkowych zmian QTd w przewidywaniu restenozy w badanej grupie oceniono na 76%, zaś swoistość — na 71%. Wartość prognostyczna wyniku dodatniego oceny QTd wynosiła 43%, a wyniku ujemnego — 91%.*

**Wnioski:** *Ocena wysiłkowych zmian QTd podnosi wartość diagnostyczną próby wysiłkowej w rozpoznaniu restenozy po PTCA w przypadku jednaczyniowej choroby wieńcowej. (Folia Cardiol. 2002; 9: 397–403)*

**dyspersja QT, próba wysiłkowa, restenoza**

## Piśmiennictwo

1. Gibbons R.J., Balady G.J., Beasley J.W. i wsp. ACC/AHA Guidelines for Exercise Testing. A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Exercise Testing). J. Am. Coll. Cardiol. 1997; 30: 260–315.
2. Lehmann K., Melkert R., Serruys P. Contribution of frequency distribution analysis to the understanding of coronary restenosis: a reappraisal of the Gaussian curve. Circulation 1996; 93: 1123–1132.
3. Serruys P.W., Cuijten H.E., Beatt K.J. i wsp. Incidence of restenosis after successful coronary angioplasty: a time related phenomenon. Circulation 1988; 77: 361–371.
4. Foley D.P., Hermans W.N., Rensing B.J., deFeyter P.J., Serruys P.W. Restenosis after percutaneous transluminal angioplasty. Herz 1992; 17: 1–17.
5. Bengston J., Mark D., Honan M. i wsp. Detection of restenosis after elective percutaneous transluminal angioplasty using exercise treadmill test. Am. J. Cardiol. 1990; 65: 28–34.
6. Hillegass W.B., Ohman E.M., Califf R.M. Restenosis: the clinical issues. W: Topol E.J. red. Textbook of interventional cardiology. W.B. Saunders Company, Philadelphia 1993; 415.
7. Korzick H.D., Underwood D.A., Simpfendorfer C.C. Early exercise testing following percutaneous transluminal coronary angioplasty. Cleve Clin. J. Med. 1990; 57: 53–56.
8. Desmet W., deSchreeder I., Piessens J. Limited value of exercise testing in the detection of silent restenosis after successful coronary angioplasty. Am. Heart J. 1995; 129: 425–457.
9. Hon M.B., Bengston J.R., Pryor D.B. i wsp. Exercise treadmill testing is a poor predictor of anatomic restenosis after angioplasty for acute myocardial infarction. Circulation 1989; 80: 1585–1594.
10. Koide Y., Yotsukura M., Nando H., Yoshino H., Ishikawa K. Accuracy of treadmill exercise electrocardiography in detecting restenosis following single-vessel percutaneous transluminal coronary angioplasty. Am. J. Cardiol. 1997; 80: 1282–1286.
11. Parrens E., Douard H., Couffinal T., Bordier P., Tourtoulou V., Broustet J.P. The exercise — recovery loop and exercise slope of ST-segment changes/

- heart rate in diagnosis of coronary disease and restenosis after angioplasty. *Arch. Mal. Coeur Vaiss.* 1994; 87: 1283–1288.
12. Lepeschkin E., Surawicz B. The measurement of the QT interval of the electrocardiogram. *Circulation* 1952; 6: 378–388.
13. Day C.P., McComb J.M., Campbell R.W.F. QT-dispersion: an indicator of arrhythmia risk in patients with long QT intervals. *Br. Heart J.* 1990; 63: 342–344.
14. Glancy J.M., Garrat C.J., Woods K.L., deBono D.P. QT-dispersion and mortality after myocardial infarction. *Lancet* 1995; 345: 945–948.
15. Barr C.S., Naas A., Freeman M., Lang C.C., Struthers A.D. QT-dispersion and sudden unexpected death in chronic heart failure. *Lancet* 1994; 343: 327–329.
16. Glancy J.M., Garrat C.J., deBono D.P. Dynamics of QT-dispersion during myocardial infarction and ischemia. *Int. J. Cardiol.* 1996; 57: 55–60.
17. Tarabey R., Sukenik D., Molnar J., Somberg J.C. Effects of intracoronary balloon inflation at percutaneous transluminal coronary angioplasty on QT-dispersion. *Am. Heart J.* 1998; 135: 519–522.
18. Yi G., Crook R., Guo X.H., Staunton A., Camm A.J., Malik M. Exercise-induced changes in the QT-interval duration and dispersion in patients with sudden cardiac death after myocardial infarction. *Int. J. Cardiol.* 1998; 63: 271–279.
19. Stoletniy L.N., Ramdas G.P. Value of QT-dispersion in the interpretation of exercise stress test in women. *Circulation* 1997; 96: 904–910.
20. Yoshimura M., Matsumoto K., Watanabe M., Yamashita N., Sanuki E., Sumida Y. Significance of exercise QT dispersion in patients with coronary artery disease who do not have exercise-induced ischemic ST-segment changes. *Jpn. Circ. J.* 1999; 63: 517–521.
21. Koide Y., Yoshukura M., Yoshiro H., Ishikawa K. Usefulness of QT-dispersion immediately after exercise as an indicator of coronary stenosis independent of gender or exercise-induced ST-segment depression. *Am. J. Cardiol.* 2000; 86: 1312–1317.
22. Woźniak-Skowerska I., Trusz-Gluza M., Myszor J., Giec L., Bochenek A. Czy oznaczanie wysiłkowej dyspersji QT u chorych po operacji pomostowania tętnic wieńcowych może być użytecznym wskaźnikiem niedokrwienia? *Kardiolog. Pol.* 1998; 49 (supl. D): I-95 (streszczenie).
23. Aytemir K., Ozer N., Aksoyok S., Ozkutlu H., Oto A., Ozmen F. QT-dispersion plus ST-segment depression: a new predictor of restenosis after successful percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Clin. Cardiol.* 1999; 22: 409–412.
24. Woźniak-Skowerska I., Szczogiel J., Jaklik A., Kinasz L. Czy pomiar wysiłkowej dyspersji QT pomaga w wydzieleniu chorych z nawrotem niedokrwienia po przezskórnej angioplastyce wieńcowej. *Kardiolog. Pol.* 2000; 53: II-120 (streszczenie).
25. Kautzner J., Yi G., Camm A.J., Malik M. Short and long term reproducibility of QT, QTc and QT dispersion measurement in healthy subjects. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1994; 23: 178A.
26. Fei L., Statters D.J., Camm A.J. QT-interval dispersion on 12-lead electrocardiogram in normal subjects: its reproducibility and relation to the T wave. *Am. Heart J.* 1994; 127: 1654–1655.
27. Savelieva I., Yi G., Gio X.H., Hnatkova K., Malik M. Agreement and reproducibility of automatic versus manual measurement of QT interval and QT dispersion. *Am. J. Cardiol.* 1998; 81: 471–477.
28. Bazett H.C. An analysis of the time relations of electrocardiogram. *Heart* 1920; 7: 353–360.
29. Zabel M., Franz M.R., Klingenhoben T., Mansion B., Schultheiss H.P., Hohnloser S.H. Rate-dependance of QT-dispersion and QT interval: comparison of atrial pacing and exercise testing. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2000; 36: 1654–1658.
30. Demolis J.L., Funck-Brentano C., Ropers J., Ghandanfar M., Nichols D.J., Jaillon P. Influence of dofetilide on QT-dispersion and interval at various heart rates during exercise in human. *Circulation* 1996; 94: 1592–1599.
31. Umetani K., Komori S., Ishihara T. i wsp. Relation between QT-interval dispersion and heart rate. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1996; 28: 1547–1555.
32. Habib G.B. Reappraisal of heart rate as a risk factor in the general population. *Eur. Heart J.* 1999; 1 (supl. H): H-2–H-10.
33. Malik M., Batchvarov V.N. Measurement, interpretation and clinical potential of QT-dispersion. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2000; 36: 1749–1766.

